Data 4 Italy

Via Reiss Romoli
Cornaredo – Settimo Milanese (MI)

Relazione di verifica idraulica: Collettore acque reflue

REV.	OGGETTO	DATA	RED.	CONTR.	APPR.
0	Relazione di verifica idraulica	19/09/2025	AL	GFA	GFA
1					
2					
3					

TABLE OF CONTENTS

1 Introduzione 2

1.1 Inquadramento normativo 3

1.2 Prescrizioni generali di verifica reti di scarico acque reflue 3

1.3 Apporti dei vari comparti dichiarati nella fase di dimensionamento della Rete 4

1.4 Apporti di scarico 5

1.4.1 Apporti comunicati 5

1.4.2 Apporti stimati 6

2 Verifica tratti a gravità 9

3 Verifica elemento di rilancio con pompe 12

4 Verifica dei tratti in pressione 13

4.1 Verifica sulla portata del sistema di rilancio 13

4.2 Verifica sulla prevalenza del sistema di rilancio 13

4.2.1 Carico statico , Hgeo 14

4.2.2 Perdita di carico continua, $\mathrm{HV,R}$ 14

4.2.3 Perdita di carico concentrate, $\mathrm{HV,A}$ 15

4.2.4 Perdita di carico totale 15

4.3 Verifica della velocità del flusso 16

4.4 Conclusioni 16

1 Introduzione

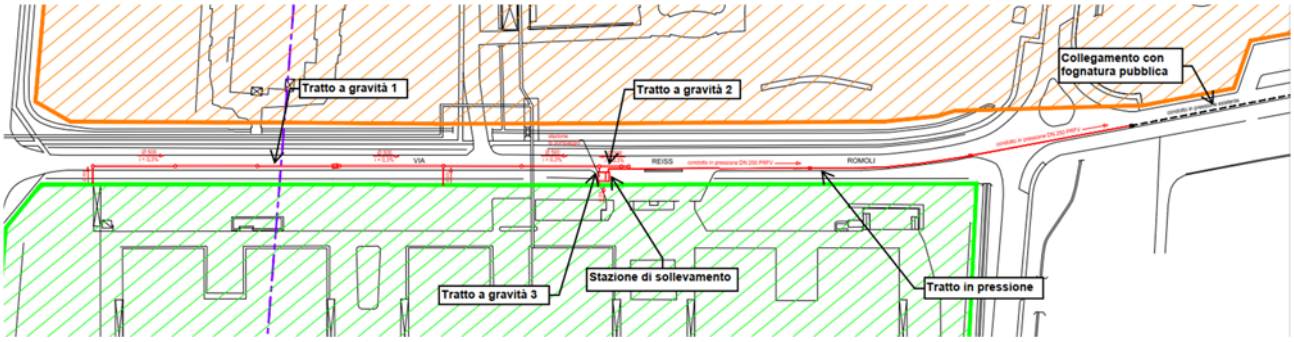
La presente relazione è stata redatta con lo scopo di verificare il corretto funzionamento e i relativi margini di utilizzo del collettore delle acque reflue, presente tra la via Reiss Romoli in Comune di Settimo Milanese (Mi) e la via Marconi/Monzoro in Comune di Cornaredo (Mi), a fronte delle portate attualmente convogliate al suo interno, addizionate di quelle previste per i lavori relativi ai lotti Villa e Canteen.

Queste portate di scarico provengono dai vari comparti produttivi presenti sul territorio di Castelletto, suddivisi tra Settimo Milanese e Cornaredo.

Il collettore fognario, oggetto della verifica, consiste in un intervento realizzato su sede pubblica in un comparto edilizio durante un processo di trasformazione, come indicato all'interno di un piano integrato di intervento predisposto nel 2009.

Il collettore fognario, di cui sopra, è stato costruito per ricevere lo scarico di tutte le utenze esistenti e le nuove, delle quali si prevedeva insediamento sulle aree dismesse non ancora trasformate al tempo.

Negli anni successivi alla realizzazione della linea fognaria, alcune previsioni riguardo gli insediamenti sui lotti esistenti e su quelli non definiti nel momento della progettazione della rete hanno subito un'evoluzione. Questa evoluzione ha portato alla necessità di intraprendere un processo di verifica idraulica sulla rete realizzata rispetto alla situazione attuale.



Il collettore delle acque reflue è divisibile principalmente nelle parti riportate di seguito:

- Tratto a gravità 1 con tubazioni in grès ceramico di diametro interno pari a 500 mm, corredate dei relativi manufatti di ispezione e con un'estensione complessiva del tratto pari a 265 m.
- Tratto a gravità 2 con tubazioni in grès ceramico di diametro interno pari a 500 mm per una estensione totale di 14 m.
- Tratto a gravità 3 con tubazioni in grès ceramico di diametro interno pari a 500 mm per una estensione totale di 3 m.
- Stazione di rilancio provvista di 2 elettropompe sommergibili già installate aventi una portata di circa 25-27 l/s cadauna, con la possibilità di ospitarne altre 2.
- Tratto in pressione per collegamento alla fognatura comunale esistente di via Reiss Romoli. Questa parte è caratterizzata da un collettore in plastica rinforzata con fibre di vetro, dal diametro interno di 250 mm, con classe di pressione PFA 10 e della lunghezza complessiva di circa 252 m.
- Collegamento alla fognatura comunale in pressione con diametro nominale pari a 400 mm.

1.1 Inquadramento normativo

La verifica del collettore di smaltimento delle acque Reflue, passante sotto Via Reiss Romoli, è stata condotta nel rispetto delle seguenti norme di riferimento e dei relativi aggiornamenti:

- UNI EN 752 – "Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici – Gestione del sistema di fognatura".
- UNI EN 16933 - 2 – "Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici - Progettazione - Parte 2: Progettazione idraulica".
- EN 13508-1 – "Indagine e valutazione degli impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue all'esterno di edifici - Parte 1: Requisiti generali".
- EN 14654-1 – "Gestione e controllo delle attività operative negli impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue all'esterno degli edifici – parte 1: Requisiti generali".
- UNI EN 12056-1 – "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Requisiti generali e prestazioni".
- UNI EN 12056-2 – "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo".
- UNI EN 12056-4 – "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - parte 4: Progettazione e calcolo".

1.2 Prescrizioni generali di verifica reti di scarico acque reflue

Il quadro normativo definisce come obiettivi principali dei collettori di fognatura quelli di rimozione delle acque reflue per motivi di salute pubblica, igiene e protezione ambientale.

Le funzioni da verificare in un collettore delle acque reflue sono quelle di raccolta, trasporto e scarico, che in questo caso avviene in fognatura pubblica.

Il processo di verifica comporta una indagine sulle condizioni di funzionamento idraulico, tenendo conto della resilienza della rete rispetto alla variazione dei dati di scarico raccolti nel tempo, dopo una valutazione sull'effettiva validità degli stessi.

La valutazione della prestazione di ogni componente deve includere le considerazioni sulle conseguenze delle carenze prestazionali sulla rete stessa, sull'ambiente e sulle strutture adiacenti.

Anche l'insufficiente capacità idraulica di convogliare il flusso è una carenza prestazionale. In un sistema complesso non è sempre possibile attribuire un problema idraulico ad un difetto di capacità di una singola condotta ma può essere trattato solo esaminando il sistema nel suo complesso.

Una possibile causa dell'insufficienza idraulica è la piena della conduttura. Questa può essere generata da una capacità insufficiente del flusso dovuta ad un blocco parziale della conduttura o a flussi eccessivi considerando gli scarichi provenienti dalle aree coinvolte.

1.3 Apporti dei vari comparti dichiarati nella fase di dimensionamento della Rete

Al fine di fornire un quadro completo di come è stato concepito inizialmente il design del collettore in fase di progettazione, si riportano di seguito due tabelle contenenti le portate di scarico che hanno contribuito al dimensionamento.

Il collettore era stato dimensionato considerando apporti di edifici già in funzione o in fase di realizzazione all'epoca della realizzazione:

Tipologia area	Superficie [mq]	Densità A.E. [mq/add.]	A.E.	Dotazione idrica [l x ab/d]	Apporto in fogna	Ore/giorno	Q_{punta} annua [l/s]	Q_{media} giorno [l/s]
Aree esistenti								
Immobili "Italtel" nord			200	280	0,8	24	1,17	0,52
Laboratori (ST Microelectonics)							11,11	11,11
Mensa (ST Microelectonics)							0,83	0,83
Quadrifoglio (ST Microelectronics)	21000	10	700	280	0,8	24	4,08	1,81
Ex SGS (ST Microelectronics)	15000	5	1000	280	0,8	24	5,83	2,59
TOTALE							23,03	16,87

Inoltre, erano stati aggiunti i seguenti dati di portata per tenere conto della situazione a "completamento" dei lotti in trasformazione futura:

Tipologia area	Superficie [mq]	Densità A.E. [mq/add.]	A.E.	Dotazione idrica [l x ab/d]	Apporto in fogna	Ore/giorno	Q_{punta} annua [l/s]	Q_{media} giorno [l/s]
Aree di trasformazione/espansione								
Residenziale+albergo	11415							
	4738							
	11502							
	27655	33	838	280	0,8	24	4,89	2,17
Capannoni SUD - Data 4	50000	33	20	280	0,8	24	0,12	0,05
Acque p.pioggia (1 l/s x ha_{imp}) Data 4	30000						3,00	3,00
Aree nord	289376	33	8769	280	0,8	24	51,15	22,73
Aree esistenti								
Laboratori (ST Microelectonics)							13,89	13,89
Mensa (ST Microelectonics)							0,83	0,83
Quadrifoglio (ST Microelectronics)	21000	10	700	280	0,8	24	4,08	1,81
Ex SGS (ST Microelectronics)	15000	5	1000	280	0,8	24	5,83	2,59
TOTALE							83,80	47,09

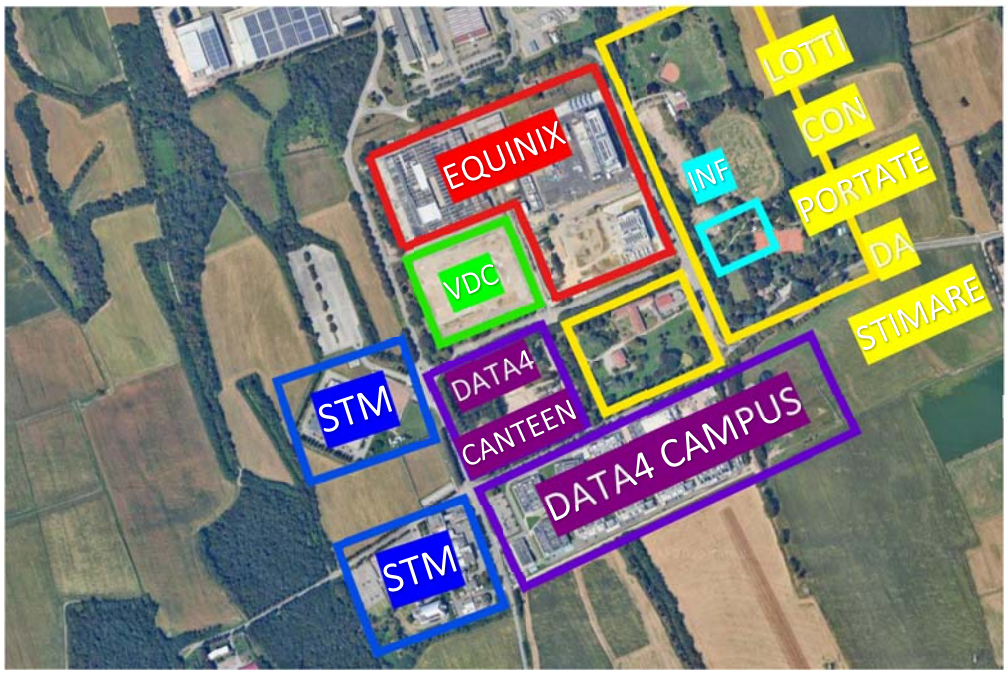
Essendo nel tempo mutato il quadro di interventi realizzati e previsti, nel paragrafo seguente viene riportata la stima aggiornata delle portate sul collettore oggetto di verifica.

1.4 Apporti di scarico

È stata condotta una raccolta dei valori di portate di scarico delle acque reflue aggiornati, provenienti dai diversi comparti presenti sul territorio.

Le portate, a cui si fa riferimento all'interno della presente relazione, sono state dichiarate direttamente da rappresentanti delle proprietà a cui fanno capo i comparti, i quali scarichi confluiscono all'interno del collettore.

Per i comparti dei quali non è stato possibile ricevere un valore di portata di progetto scaricata, è stato condotto un processo di stima seguendo le indicazioni della norma UNI EN 12056, partendo dalla valutazione dei numeri di elementi scaricanti.



1.4.1 Apporti comunicati

- **Equinix:**
  Portata acque reflue ordinarie= 35,40 l/s
  Portata acque reflue di emergenza= 30 l/s
  Portata totale scaricata=65,40 l/s

- **Vantage Data Center (VDC):**
  Portata acque nere civili= 6 l/s
  Portata acque di prima pioggia= 1,62 l/s
  Portata totale scaricata= 7,62 l/s

- **ST Microelectrics (STM):**
  Portata totale rilanciata verso collettore= 11,11 l/s

- **Infrastructure:**
  Portata totale scaricata= 8 l/s

- **Data4 Campus:**
  Portata acque nere civili= 25,72 l/s
  Portata acque di prima pioggia= 35,87 l/s

Portata totale scaricata = 61,59 l/s

- Data4 Canteen:
  Portata acque nere civili= 17 l/s
  Portata acque industriali= 16 l/s
  Portata acque di prima pioggia= 2,2 l/s
  Portata totale scaricata = 35,2 l/s

1.4.2 Apporti stimati

Per quantificare le portate di scarico che non sono state dichiarate, abbiamo utilizzato i principi di stima suggeriti all'interno della norma UNI EN 12056.

Questa permette di verificare il dimensionamento della rete di scarico a gravità tenendo in considerazione una serie di parametri:

- Unità di scarico (DU): valore numerico che indica la portata media di scarico di un apparecchio, espressa in litri al secondo (l/s).
- Coefficiente di frequenza (K): variabile adimensionale che tiene conto della frequenza di utilizzo degli apparecchi.
- Portata delle acque reflue (Qww), indica la portata totale di progetto proveniente dagli apparecchi il cui scarico si riversa nell'impianto e viene espressa in litri al secondo (l/s).

La formula usata per il calcolo della portata è quella specificata nella UNI EN 12056-2 ed è la seguente:

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_C + Q_P$$

Dove:

- Q_{tot} = portata totale (l/s).
- Q_{ww} = portata delle acque reflue (l/s) .
- Q_C = portata continua (l/s).
- Q_P = portata di pompaggio (l/s).

La portata Q_{ww} è calcolata a partire dalla formula:

$$Q_{ww} = \mathrm{k} * \sqrt{\sum DU}$$

Dove:

- Q_{ww} = portata delle acque reflue (l/s).
- k = coefficiente di frequenza tipo.
- $\sum DU$ = somma delle unità di scarico

Il coefficiente K può assumere dei valori legati alla tipologia di uso stimata rispetto all'ambito produttivo di appartenenza:

Utilizzo degli apparecchi	Coefficiente K
Uso intermittente, per esempio abitazioni, locande, uffici	0,5
Uso frequente, per esempio ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	0,7
Uso molto frequente, per esempio bagni/docce pubbliche	1,0
Uso speciale, per esempio laboratori	1,2

Le portate di scarico non dichiarate, che afferiscono a questo collettore sono dimensionate considerando un coefficiente di frequenza di utilizzo pari a uso intermittente.

I dati di scarico unitario per i diversi elementi scaricanti sono:

Apparecchi Sanitari	**Portata di scarico, Q (l/s)**
Lavamani, lavabo	0,5
Doccia	1,0
W.C.	2,5
Orinatoi a parete	0,2
Lavello cucina	0,8
Lavastoviglie	0,8

Le portate stimate e i relativi elementi scaricati considerati per i diversi comparti/edifici che sono stati valutati separatamente sono:

- Scarichi campo sportivo (campo da Rugby):

ID	**Lavamani, lavabo**	**Piatto doccia**	**W.C. (vasi)**	**Orinatoi**	**Lavello cucina**	**lavastoviglie**	**Portata totale, Q_t**	**Portata di progetto, Q_p**
-	unit	unit	unit	unit	unit	unit	l/s	l/s
Spogliatoi	4	16	4	6	0	0	29,20	**2,70**

- Sottostazione Terna:

ID	**Lavamani, lavabo**	**Piatto doccia**	**W.C. (vasi)**	**Orinatoi**	**Lavello cucina**	**lavastoviglie**	**Portata totale, Q_t**	**Portata di progetto, Q_p**
-	unit	unit	unit	unit	unit	unit	l/s	l/s
Bagni	6	2	5	0	0	0	17,50	**2,09**

- STM Quadrifoglio:

ID	**Lavamani, lavabo**	**Piatto doccia**	**W.C. (vasi)**	**Orinatoi**	**Lavello cucina**	**lavastoviglie**	**Portata totale, Q_t**	**Portata di progetto, Q_p**
-	unit	unit	unit	unit	unit	unit	l/s	l/s
Bagni	114	6	63	0	0	0	220,50	**7,42**

- Scarichi Comune di Settimo Milanese (campi da Tennis + campi da Cricket):

ID	Lavamani, lavabo	Piatto doccia	W.C. (vasi)	Orinatoi	Lavello cucina	lavastoviglie	Portata totale, Q_t	Portata di progetto, Q_p
-	unit	unit	unit	unit	unit	unit	l/s	l/s
Bagni	4	8	4	0	0	0	20,00	**2,24**

ID	Lavamani, lavabo	Piatto doccia	W.C. (vasi)	Orinatoi	Lavello cucina	lavastoviglie	Portata totale, Q_t	Portata di progetto, Q_p
-	unit	unit	unit	unit	unit	unit	l/s	l/s
Cricket	1	0	1	0	0	0	3,00	**0,87**

- Scarichi Bar del centro sportivo:

ID	Lavamani, lavabo	Piatto doccia	W.C. (vasi)	Orinatoi	Lavello cucina	lavastoviglie	Portata totale, Q_t	Portata di progetto, Q_p
-	unit	unit	unit	unit	unit	unit	l/s	l/s
BAGNI + BAR	5	0	3	0	2	2	13,20	**1,82**

- Data4 – Lotto Villa - Edificio Cascina:

I numeri degli elementi scaricanti nel Lotto Villa (Edifici Cascina e Villa) sono stati triplicati per tenere conto dell'ipotesi di aumento nei prossimi anni dagli attuali 100 a 300 utilizzatori.

ID	Lavamani, lavabo	Piatto doccia	W.C. (vasi)	Orinatoi	Lavello cucina	lavastoviglie	Portata totale, Q_t	Portata di progetto, Q_p
-	unit	unit	unit	unit	unit	unit	l/s	l/s
Bagni	48	3	45	0	0	0	139,50	**5,91**

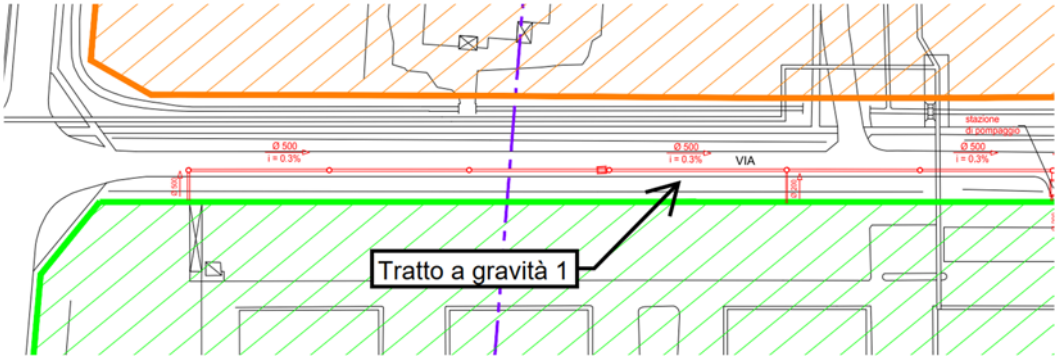
- Data4 – Lotto Villa - Edificio Villa:

ID	Lavamani, lavabo	Piatto doccia	W.C. (vasi)	Orinatoi	Lavello cucina	lavastoviglie	Portata totale, Q_t	Portata di progetto, Q_p
-	unit	unit	unit	unit	unit	unit	l/s	l/s
Bagni	18	0	12	0	0	0	39,00	**3,12**

2 Verifica tratti a gravità

La verifica idraulica del tratto a gravità consiste nella valutazione della percentuale di riempimento e della velocità di flusso all'interno delle relative parti del collettore e rispetto alle portate di scarico transitanti:

- **Tratto a gravità 1**: Tubazioni in Grès, Di=500 mm, pendenza=0,3%, estensione totale di 265 m.

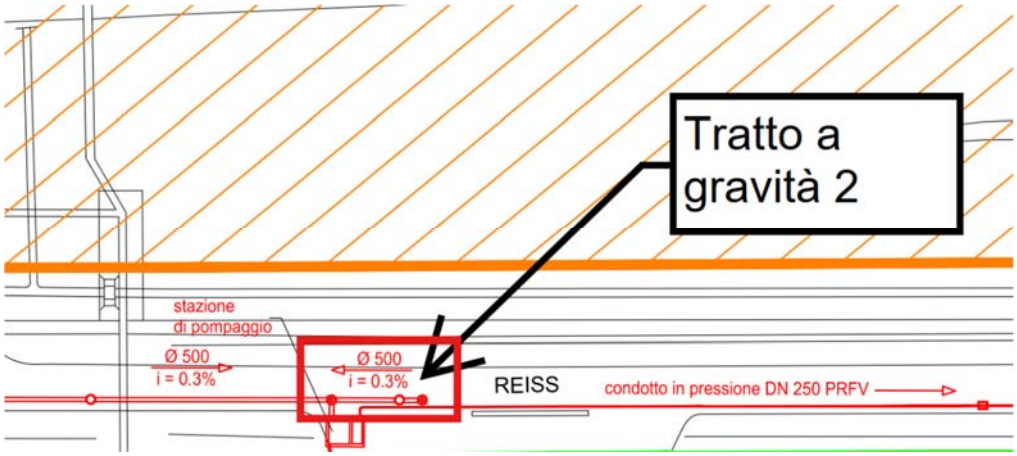


Le portate complessive transitanti all'interno di questo tratto sono quelle che provengono dai comparti di:

- **Equinix**: Q_{tot}=65,4 l/s
- **Vantage**: Q_{tot}= 7,62 l/s
- **STM Quadrifoglio**: Q_{tot}= 7,42 l/s
- **ST Microelectrics**: Q_{tot}=11,11 l/s
- **Data4 Campus**: Q_{tot}= 61,59 l/s
- **Data4 Canteen**: Q_{tot}= 35,20 l/s

La portata di punta complessivamente transitante risulta essere pari a 188,34 l/s.

- **Tratto a gravità 2**: Tubazioni in Grès, Di=500 mm, pendenza=0,3%, per una estensione totale di 14 m.

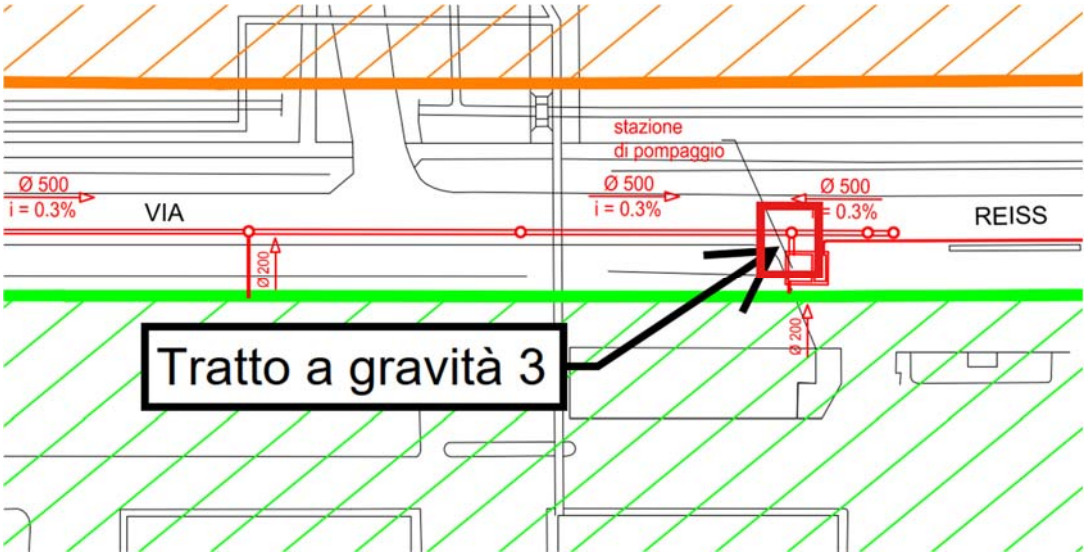


Le portate complessive transitanti all'interno di questo tratto sono quelle che provengono dai comparti di:

- **Scarichi campo sportivo (campo da Rugby)**: Q_{tot}=2,70 l/s
- **Scarichi Terna**: Q_{tot}=2,09 l/s
- **Infrastructure**: Q_{tot}=8,00 l/s
- **Scarichi Comune di Settimo Milanese (campi da Tennis + campi da Cricket)**: Q_{tot}=3,11 l/s
- **Scarichi Bar del centro sportivo**: Q_{tot}=1,82 l/s
- **Data4 – Lotto Villa - Edificio Cascina**: Q_{tot}=5,91 l/s
- **Data4 – Lotto Villa - Edificio Villa**: Q_{tot}=3,12 l/s

La portata di punta complessivamente transitante risulta essere pari a 26,75 l/s.

- **Tratto a gravità 3: Tubazioni in Grès, Di=500 mm, pendenza=0,3%, estensione totale di 3 m.**

- 

La portata di picco complessiva transitante all'interno di questo tratto è data dalla somma delle portate provenienti dai tratti 1 e 2 e risulta essere pari a 215,09 l/s.

Tutti i tratti vengono verificati per avere, rispetto alla portata di picco generata dagli scarichi provenienti dai comparti, una velocità di flusso compresa tra i 0,70 m/s e i 2,5 m/s e una percentuale di riempimento massima del 70%.

Questi limiti servono ad evitare l'accadimento di fenomeni di sedimentazione di solidi all'interno delle tubazioni dovute a velocità troppo basse, la presenza di sforzi tangenziali eccessivi dovuti a velocità troppo alte e il corretto funzionamento della rete in gravità.

Il calcolo della velocità di flusso e del grado di riempimento viene analizzata tramite il confronto delle portate di scarico stimate rispetto alle condizioni di portata a sezione piena, in condizione di moto uniforme.

Nell'ambito dell'ingegneria idraulica, la formula di Chézy è utilizzata per calcolare la velocità di un fluido in condizioni di moto uniforme, sia per canali che per condotte:

$$V_0 = K_s * R_h^{\frac{2}{3}} * \sqrt{j}$$

Dove:

- V_0 = velocità, in condizione di moto uniforme e a sezione piena (m/s).
- K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}$/s).
- R_h = raggio idraulico della condotta (m).
- j = cadente piezometrica, in condizione di moto uniforme è pari alla pendenza della condotta (-).

La porata è calcolabile nel modo seguente:

$$Q_0 = V_0 * A$$

Dove:

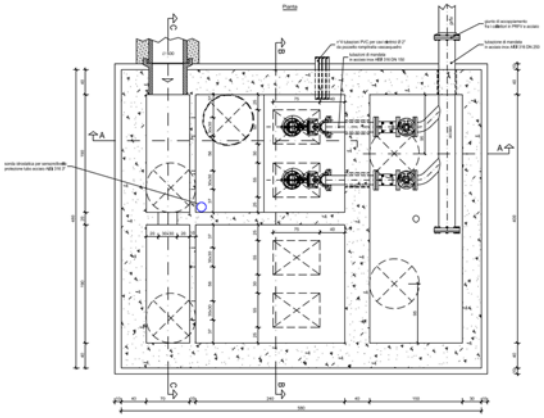
- Q_0 = portata, in condizione di moto uniforme e a sezione piena (m/s).
- V_0 = velocità, in condizione di moto uniforme e a sezione piena (m/s).
- A = area bagnata della sezione trasversale (m^2).

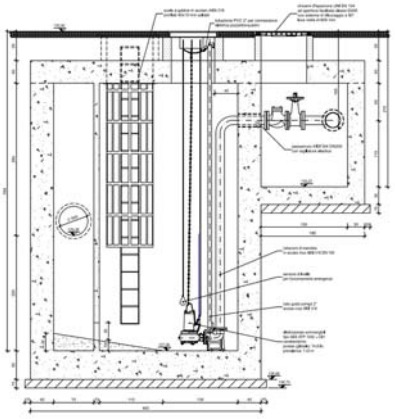
Tratto	Tipo Tubo	Diametro interno considerato	Pendenza	Scabrezza	Velocità a sezione piena	Portata a sezione piena	Portata Picco transitante	Percentuale di riempimento (h/d <0,7-0,8)	Velocità per Qp (Vmax <4 m/s)
		D m	i m/m	ks $m^{1/3}s^{-1}$	Vo m/sec	Qo l/sec	Qp l/sec	h/d	Vmax m/sec
Tratto a gravità 1	GRES500	0,496	0,0030	100	1,36	263	188,34	0,62	1,48
Tratto a gravità 2	GRES500	0,496	0,0030	100	1,36	263	26,75	0,21	0,86
Tratto a gravità 3	GRES500	0,496	0,0030	100	1,36	263	215,09	0,68	1,52

Le verifiche di velocità e riempimento di tutti e tre i tratti a gravità risultano soddisfatte.

3 Verifica elemento di rilancio con pompe

La stazione di pompaggio è caratterizzata da un manufatto in CLS, all'interno del quale viene convogliata la portata di scarico in arrivo dai tratti a gravità. Questa, poi, viene rilanciata dalle pompe all'interno del tratto in pressione, verso la fognatura pubblica. Di seguito vengono riportati gli schemi in pianta e in sezione della stazione di rilancio:





Il volume netto di acque reflue che può essere immagazzinato all'interno del manufatto è quello disponibile sotto il livello di fondo tubo in entrata,per non rischiare di generare fenomeni di rigurgito all'interno delle condotte a gravità.

La superficie di base utile è di 11,90 m^2 , l'altezza massima di invaso pari a 2 m e Il volume disponibile pari a 23,50 m^3.

Per la verifica del volume disponibile, sono stati valutati i valori del volume morto, del volume utile e del volume di riserva risultante.

Il volume morto da garantire all'interno di una vasca risulta essere pari a quello relativo ad un riempimento di 30 cm del manufatto. Il valore di volume morto da garantire nel caso in esame è di 3,5 m^3.

All'interno della norma UNI EN 12056-4:2001 vengono date le indicazioni per il calcolo del volume utile raccomandato:

$$V_u = T * Q_P$$

Dove:

- V_u= volume utile (l).
- T= durata minima di funzionamento (s).
- Q_P= portata di picco (l/s).

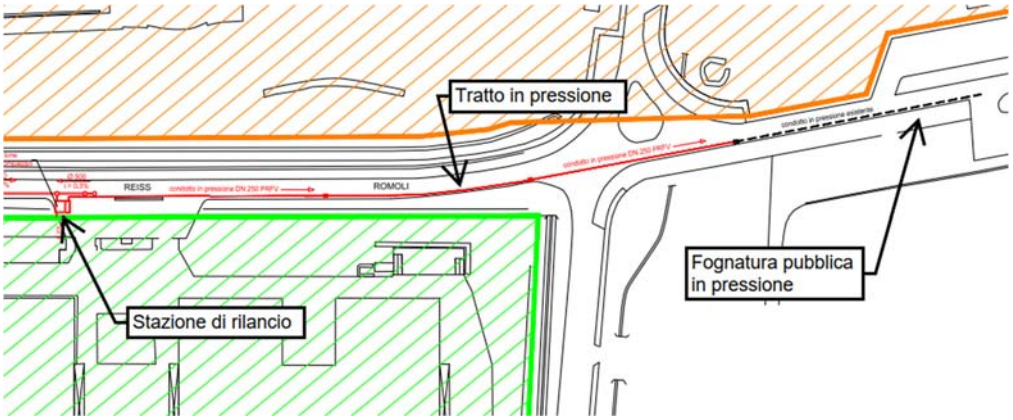
La norma indica, come durata minima di funzionamento, un tempo di circa 10 s, ma, a favore di sicurezza, andremo a considerare un tempo di 60 s. il volume utile da garantire, rispetto alla portata di picco, risulta essere pari a 12,90 m^3.

il volume disponibile risulta essere maggiore della somma tra il volume morto e il volume utile, richiesto da normativa, lasciando disponibile un volume di riserva pari a 7,10 m^3. Si rimanda la verifica del volume di riserva ad eventuali indicazioni del Gestore delle rete.

4 Verifica dei tratti in pressione

Il processo di verifica idraulica del tratto in pressione consiste nella valutazione di alcune grandezze caratteristiche del sistema:

- Portata: capacità delle pompe esistenti di rilanciare la portata di picco in arrivo.
- Prevalenza: deve essere adeguata rispetto alle perdite di carico relative al tratto in pressione.
- Velocità del flusso: questa deve essere maggiore di 0,7 m/s, per garantire l'autopulizia, e inferiore ai 2,3 m/s per non generare sforzi tangenziali troppo elevati sulla parete delle condotte, causando abrasione.



Le verifiche delle caratteristiche elencate sono state svolte prendendo in considerazione le pompe attualmente installate e i seguenti tratti in pressione:

- Collettore in plastica rinforzata con fibre di vetro, dal diametro interno di 250 mm, con classe di pressione PFA 10 e della lunghezza complessiva di circa 252 m. Tratto in pressione per collegamento alla fognatura comunale esistente di via Reiss Romoli.
- Collettore pubblico con Diametro di 400 mm.

4.1 Verifica sulla portata del sistema di rilancio

Le due pompe attualmente installate, sui quattro spazi totali predisposti, permettono di raggiungere una portata complessiva di 49,5 l/s e una prevalenza al punto di lavoro di 6,2 m.

La portata di picco stimata di 215,09 l/s risulta essere ben oltre alla capacità delle due pompe installate al momento.

4.2 Verifica sulla prevalenza del sistema di rilancio

Per valutare il corretto funzionamento del sistema di rilancio è necessario verificare che la prevalenza, o carico di esercizio, sia maggiore o uguale al carico totale, relativo al flusso di picco all'interno del collettore.

Il valore del carico totale viene calcolato, secondo la norma UNI EN 12056-4:2001, come segue:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_V$$

E

$$H_V = H_{V,A} + H_{V,R}$$

Dove:

- H_{tot} = carico totale (m).
- H_{geo} = carico statico (m).
- H_V = perdita di carico totale (m).
- $H_{V,A}$= perdita di calcolo concentrata (m).
- $H_{V,R}$= perdita di carico continua dovuta ad attrito nei condotti di scarico (m).

4.2.1 Carico statico , H_{geo}

Il carico statico è la distanza verticale tra il livello più basso dell'acqua nell'impianto di sollevamento e il punto più alto dei condotti di scarico. Considerando che il livello del fondo del manufatto è di 127,38 m.s.l.m. e il punto più alto si trova a 131,63 m.s.l.m. , il carico statico è pari a:

$$H_{geo} = 4{,}25\ m$$

4.2.2 Perdita di carico continua, $H_{V,R}$

Per ogni metro di tubo, le perdite di carico continue dell'acqua possono essere calcolate con la formula:

$$r = F_a * \frac{1}{D} * \varphi * \frac{V^2}{2}$$

Dove:

- r = perdita di carico continua unitaria (Pa/m).
- F_a = fattore di attrito (-).
- φ = massa volumica dell'acqua (Kg/m^3).
- V = velocità media dell'acqua (m/s).
- D = diametro interno del tubo (m).

Noti il diametro del tubo, la velocità media del flusso e la sua massa volumica, il solo parametro che risulta indeterminato è il fattore di attrito che dipende dal regime di moto del fluido, e dalla rugosità dei tubi.

Il regime di moto di un fluido è individuabile col numero di Reynolds:

$$Re = \frac{V*D}{\upsilon} = 725.460$$

Dove:

- Re = numero di Reynolds (-).
- V = velocità media del fluido (m/s).
- D = diametro interno del tubo (m).
- υ = viscosità cinematica del fluido (m^2 /s), per acque reflue civili a 10 °C è stimata a 1,51$*10^{-6}$.

In relazione a tale numero, il moto del fluido può ritenersi:

- laminare per Re minore di 2000.
- transitorio per Re compreso fra 2000 e 2500.
- turbolento per Re maggiore di 2500.

Nel caso del collettore in esame il regime di moto del fluido è turbolento, quindi, per determinare il fattore di attrito, si ricorre all'utilizzo della formula di Colebrook. Poiché questa richiede l'utilizzo di metodi di calcolo per approssimazioni successive molto complessi, si utilizza la formula semplificata di Blasius sotto ipotesi di tubazioni a media rugosità.

$$F_a = 0{,}07 * Re^{-0.13} * D^{-0.14}$$

Dallo sviluppo di questi calcoli, otteniamo la perdita di carico continua unitaria, che poi, moltiplicata per la lunghezza totale della condotta, ci permette di ottenere anche quella totale:

$$r = 0{,}058\ m/m$$

$$H_{V,R} = r * l = 14{,}51\ m$$

4.2.3 Perdita di carico concentrate, $H_{V,A}$

Come già detto, queste perdite di carico sono dovute alla presenza di pezzi speciali che fanno variare la direzione o la sezione di passaggio del fluido. Queste sono state calcolate separatamente con il metodo diretto, che utilizza coefficienti che dipendono dalla forma e dalle dimensioni dei pezzi speciali, e poi sommate.

Con tale metodo le perdite di carico concentrate si possono calcolare con la formula:

$$H_{V,A} = \sum \xi_i * \frac{V_i^2}{2 * g}$$

Dove:

- $H_{V,A}$ = perdita di carico concentrata (m).
- ξ_i= coefficiente di resistenza adimensionale (-).
- g= costante di gravità (m/s^2).
- V_i = velocità nel pezzo speciale di riferimento (m/s).

Il valore dei coefficienti ξ può essere calcolato con prove di laboratorio. Le perdite di carico concentrate che sono state considerate sono quelle dovute a 1 curva a 90°,2 curve larghe (visualizzabili all'interno dei profili del tratto in pressione), 2 valvole di non ritorno (con posizionamento ipotizzato ad inizio e fine condotta in pressione) e 1 allargamento relativo allo scarico in collettore di fognatura pubblica.

La somma di tutte le perdite di carico concentrate ci porta al seguente risultato:

$$H_{V,A} = 6{,}36\ m$$

4.2.4 Perdita di carico totale

Sommando le componenti del carico totale calcolate in precedenza, otteniamo il seguente risultato:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_{V,A} + H_{V,R}$$

$$H_{tot} = 25{,}12\ \text{m}$$

La prevalenza delle due pompe attualmente considerate risulta essere di gran lunga inferiore e di conseguenza non verificata.

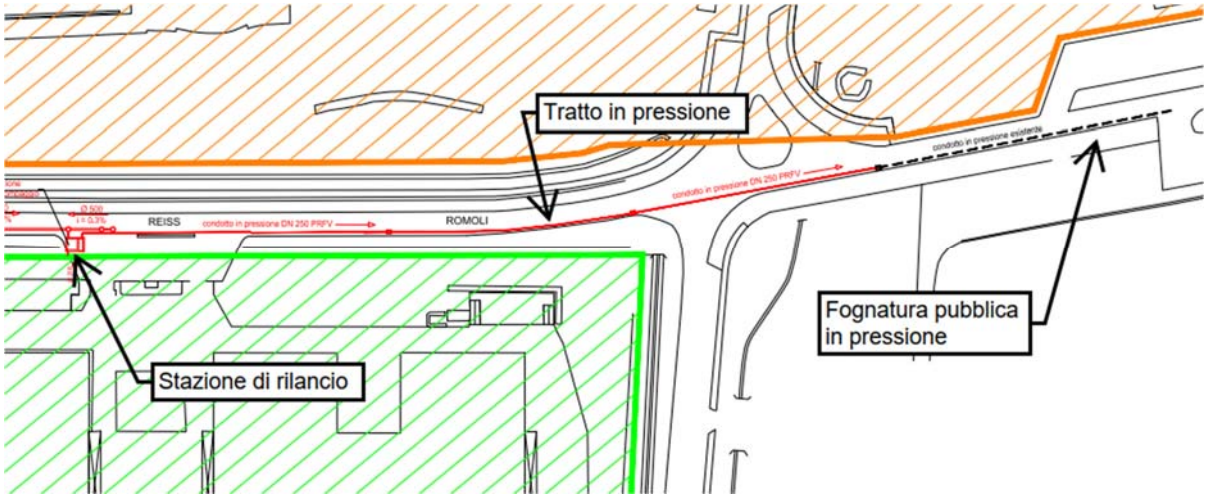
4.3 Verifica della velocità del flusso

Come indicato all'interno della UNI EN 12056-4:2001, la velocità del flusso nei due tratti in pressione risulta verificata se è compresa tra 0,7 m/s, velocità minima per garantire l'autopulizia delle condotte, e i 2,3 m/s, valore limite oltre al quale si rischia di avere sforzi tangenziali troppo elevati portando a fenomeni abrasivi sulla condotta.

$$V = {}^{Q}/_{A}$$

Dove:

- V è la velocità di flusso in pressione (m/s).
- Q è la portata di picco (m^3/s).
- A è la sezione trasversale della condotta in pressione (m^2).



La velocità del flusso nei due tratti e in condizioni di picco risulta essere di:

- 4,40 m/s per il tratto in pressione per collegamento alla fognatura comunale con Di 250 mm.
- 2,00 m/s Collettore pubblico con Di 370 mm.

La velocità di flusso nel tratto del collettore pubblico risulta verificata rispetto ai limiti specificati, mentre quella del tratto in pressione risulta essere eccessivamente alta.

4.4 Conclusioni

I tratti in gravità considerati risultano verificati anche rispetto agli scenari futuri.

Il sistema di rilancio (le pompe) non risulta idoneo a sufficienza per accettare l'incremento di acque reflue previsto, rispetto alla configurazione ad oggi presente; in particolare, portata e prevalenza delle pompe risultano sottodimensionate rispetto agli scenari futuri; pertanto, se ne raccomanda l'adeguamento.

Il tratto in pressione tra la vasca e la fognatura pubblica non risulta dimensionato sufficientemente rispetto alla portata di picco relativa agli scenari futuri. Dalle verifiche condotte, il collettore in pressione sarà sottoposto a fenomeni di erosione anticipata; pertanto, si raccomanda la valutazione o di un adeguamento o di programmare manutenzioni più frequenti, fermo restando che, se l'impianto non dovesse restare in carico a DATA4, questa ultima soluzione dovrebbe anche essere concordata con il Gestore della rete.

La fognatura pubblica risulta verificata anche rispetto agli scenari futuri.

Infine, la situazione presentata non da margini rispetto a possibili ampliamenti futuri.